

DSP15581
0515581 1/1

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 2 月 3 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 2 6 0 4 3
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 2 6 0 4 3]

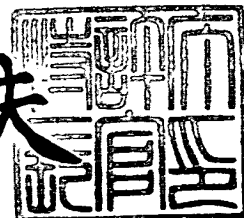
出 願 人 オリンパス株式会社
Applicant(s):

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2 0 0 4 年 2 月 2 3 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 1 2 5 5 1

【書類名】 特許願

【整理番号】 03P00075

【提出日】 平成15年 2月 3日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 21/00

【発明の名称】 分光器及びこれを備えた共焦点顕微鏡

【請求項の数】 7

【発明者】

【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパス光学
工業株式会社内

【氏名】 吉田 剛洋

【特許出願人】

【識別番号】 000000376

【氏名又は名称】 オリンパス光学工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100106909

【弁理士】

【氏名又は名称】 棚井 澄雄

【代理人】

【識別番号】 100064908

【弁理士】

【氏名又は名称】 志賀 正武

【選任した代理人】

【識別番号】 100101465

【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100094400

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 三義

【選任した代理人】

【識別番号】 100086379

【弁理士】

【氏名又は名称】 高柴 忠夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100118913

【弁理士】

【氏名又は名称】 上田 邦生

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008707

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0207288

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 分光器及びこれを備えた共焦点顕微鏡

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光束を各波長のスペクトル光に分解するとともに、これらスペクトル光の中から任意の波長を有するスペクトル光を選択して取り出す分光器において、

分解された前記各スペクトル光を対向視して、これらスペクトル光の並び方向をスペクトル方向とした場合に、

前記各スペクトル光の透過域を、前記スペクトル方向で制限するマスクと、前記スペクトル方向に垂直方向で制限するマスクとを備えることを特徴とする分光器。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の分光器において、

分解する前の前記光束が焦点を結ぶ四角形の微小開口を備え、該微小開口の一の対角線がなす方向と前記スペクトル方向とが、互いに平行であることを特徴とする分光器。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 に記載の分光器において、

前記各マスクと、これらマスクに向かう前記各スペクトル光との相対位置を調整する調整手段を備えることを特徴とする分光器。

【請求項 4】 請求項 1 から請求項 3 の何れか 1 項に記載の分光器において、

前記各マスクの何れか一方もしくは両方の、前記各スペクトル光が当たる遮光面に、反射防止手段が設けられていることを特徴とする分光器。

【請求項 5】 請求項 1 から請求項 4 の何れか 1 項に記載の分光器において、

前記各マスクの何れか一方もしくは両方の、前記各スペクトル光が当たる遮光面が、該遮光面に隣接する光学機器に対向するのを避けるように傾斜していることを特徴とする分光器。

【請求項 6】 請求項 1 から請求項 5 の何れか 1 項に記載の分光器において

、
前記各マスクに隣接してレンズが対向配置され、
該レンズの前記各マスクに対向する面が、これらマスクに向かって凸となる凸面をなしている
ことを特徴とする分光器。

【請求項 7】 観察対象からの光束を各波長のスペクトル光に分解するとともに、これらスペクトル光の中から任意の波長を有するスペクトル光を選択して受光器で受光する共焦点顕微鏡において、

前記観察対象から前記受光器に向かう光路の間に、請求項 1 から請求項 6 の何れか 1 項に記載の分光器を備える
ことを特徴とする共焦点顕微鏡。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光束をスペクトル分解して任意の波長のスペクトル光を取り出す分光器と、この分光器を備えた共焦点顕微鏡とに関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

従来、レーザ光を観察対象に照射して観察対象を励起させるとともに、この観察対象からの蛍光を画像表示して蛍光観察を可能にする共焦点顕微鏡が知られている（例えば下記特許文献 1 参照）。

この共焦点顕微鏡には、前記蛍光から特定波長のスペクトル光を取り出して観察するための分光器が備えられているが、取り出そうとするスペクトル光に、他の波長のスペクトル光のサイドローブ等が入り込むのを避けることが、分光精度向上の観点より望まれている。

【 0 0 0 3 】

同様の課題を解決するために、例えば下記特許文献 2 では、スペクトル分解する前の光束（蛍光）に焦点を結ばせる微小開口の形状を、矩形とする構成を採用

している。これについて、図 12 を用いて説明する。

同図に示すように、図示されない観察対象からの光束 1 は、まず、多角形通過孔 2 a が形成された微小開口 2 を通過した後、フォーカシング光学系 3 を経てプリズム 4 に入射することで、各波長のスペクトル光 5 に分解される。これら分解されたスペクトル光 5 は、他のフォーカシング光学系 6 を通って分散平面 7 上に像を結ぶ。このようにして分散平面 7 上に形成される像は、最も光強度の高いスポット 8 a を中心として X 状にサイドローブが点在する像が、スペクトル方向に複数並ぶ（同図では、説明のために 2 つだけ図示している。）ものとなっている。したがって、各像のうち、必要な波長を有するスペクトル光以外の像を、スペクトル方向において遮断することで、所望のスペクトル光を取り出すことが可能となっている。

【0004】

【特許文献 1】

特開平 8-43739 号公報

【特許文献 2】

特表 2002-502050 号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上記従来の分光器は、以下に説明する問題を有していた。

すなわち、上記分光器では、微小開口 2 に形成する孔（多角形通過孔 2 a）の形状を矩形にしてサイドローブの分布を X 状にすることで、サイドローブがスペクトル方向に沿って延在するのを避けているが、X 状の延在方向に延びるサイドローブが受光範囲に入り込んでしまうのを回避することが不可能となっている。このような他の波長のサイドローブや、前記フォーカシング光学系 6 などによって生じる散乱成分が受光範囲に入り込むのを極力避けることが望ましいことは、前述した通りである。

【0006】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、サイドローブや散乱成分の入り込みを抑えることによって更なる高 S/N 比を達成できる分光器の提供と、この

分光器を備えた共焦点顕微鏡の提供とを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記課題を解決するために以下の手段を採用した。

すなわち、請求項1に記載の分光器は、光束を各波長のスペクトル光に分解するとともに、これらスペクトル光の中から任意の波長を有するスペクトル光を選択して取り出す分光器において、分解された前記各スペクトル光を対向視して、これらスペクトル光の並び方向をスペクトル方向とした場合に、前記各スペクトル光の透過域を、前記スペクトル方向で制限するマスクと、前記スペクトル方向に垂直方向で制限するマスクとを備えることを特徴とする。

【0008】

上記請求項1に記載の分光器によれば、分解されたスペクトル光のうち、測定対象外のスペクトル光のメインスポットとそのサイドローブの双方、さらには散乱成分を、スペクトル方向においては、この方向に透過域を制限するマスクで遮ることができる。さらに、このマスクを避けて通過しようとする、垂直方向のサイドローブや散乱成分に対しても、透過域を垂直方向で制限するマスクで遮ることができる。このようにして、スペクトル方向及び垂直方向の双方向より、光が通過できる領域を小さく絞ることができるので、サイドローブや散乱成分が測定対象の波長を有するスペクトル光に混ざり込むのを抑えることが可能となる。

【0009】

請求項2に記載の分光器は、請求項1に記載の分光器において、分解する前の前記光束が焦点を結ぶ四角形の微小開口を備え、該微小開口の一の対角線がなす方向と前記スペクトル方向とが、互いに平行であることを特徴とする。

【0010】

上記請求項2に記載の分光器によれば、微小開口の形状を四角形にするので、各スペクトル光におけるサイドローブの分布を、このスペクトル光に垂直をなす断面で見た場合に、スペクトル方向に対して傾斜するとともに互いに交差する2本の直線方向に点在するように分布させることができる。さらに、この四角形が有する1本の対角線の方角とスペクトル方向とを平行にするので、各スペクトル

光の光路に対向する視線で見た場合に、各スペクトル光の並び方向と、スペクトル方向で透過域を制限するマスクとの相対的な向きを一致させることができる。したがって、取り出そうとするスペクトル光に隣接するスペクトル光のサイドローブが、取り出そうとするスペクトル光のメインスポット（サイドローブがなす 2 本の直線の交差点位置に位置する）の位置に重なるのを回避させることができる。これにより、メインスポットに、隣接する他のスペクトル光のサイドローブが入り込むのをより確実に低減させることができる。

【 0 0 1 1 】

請求項 3 に記載の分光器は、請求項 1 または請求項 2 に記載の分光器において、前記各マスクと、これらマスクに向かう前記各スペクトル光との相対位置を調整する調整手段を備えることを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

上記請求項 3 に記載の分光器及によれば、光学系交換などの何らかの理由により、各マスクと、取り出したい波長のスペクトル光との間に相対的な位置ずれが生じたとしても、調整手段を用いて、各マスク側の位置、または、スペクトル光の照射位置側の何れか一方もしくは両方を動かすことで、所望の波長を有するスペクトル光以外を適切に遮断するように、これらの間の相対位置を補正する。

【 0 0 1 3 】

請求項 4 に記載の分光器は、請求項 1 から請求項 3 の何れか 1 項に記載の分光器において、前記各マスクの何れか一方もしくは両方の、前記各スペクトル光が当たる遮光面に、反射防止手段が設けられていることを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

上記請求項 4 に記載の分光器によれば、遮光面に設けられた反射防止手段に当たった光は、反射することなく吸収される。これにより、遮光面から入射側に向かって反射して戻ってくる散乱成分を抑えることができる。

【 0 0 1 5 】

請求項 5 に記載の分光器は、請求項 1 から請求項 4 の何れか 1 項に記載の分光器において、前記各マスクの何れか一方もしくは両方の、前記各スペクトル光が当たる遮光面が、該遮光面に隣接する光学機器に対向するのを避けるように傾斜

していることを特徴とする。

【0016】

上記請求項5に記載の分光器によれば、傾斜した遮光面に当たった光は、この遮光面に隣接する光学機器を避けた方向に向けて反射される。これにより、遮光面から反射して再び戻ってくる散乱成分を抑えることができる。

【0017】

請求項6に記載の分光器は、請求項1から請求項5の何れか1項に記載の分光器において、前記各マスクに隣接してレンズが対向配置され、該レンズの前記各マスクに対向する面が、これらマスクに向かって凸となる凸面をなしていることを特徴とする。

【0018】

上記請求項6に記載の分光器によれば、各マスクによって遮られた光がレンズの最終面（各マスクに対向する面）に向かったとしても、この最終面が凸面をなしているので、各マスクに戻るのを避けるように反射させることができる。

【0019】

請求項7に記載の共焦点顕微鏡は、観察対象からの光束を各波長のスペクトル光に分解するとともに、これらスペクトル光の中から任意の波長を有するスペクトル光を選択して受光器で受光する共焦点顕微鏡において、前記観察対象から前記受光器に向かう光路の間に、請求項1から請求項6の何れか1項に記載の分光器を備えることを特徴とする。

【0020】

上記請求項7に記載の共焦点顕微鏡によれば、用いる分光器が従来に比較して高S/N比を得られるものであるため、高い測定精度を達成することが可能となる。

【0021】

【発明の実施の形態】

本発明の分光器及びこれを備えた共焦点顕微鏡の各実施形態についての説明を、図面を参照しながら以下に行うが、本発明がこれらに限定解釈されるものでないことは勿論である。まず、図1～図5を用いて、本発明の第1実施形態につい

での説明を行う。なお、図1は、本実施形態の分光器を備えた共焦点顕微鏡の光路に沿った機器配置を示す説明図である。また、図2は、同分光器のマスキング装置を、光路に沿って対向視した場合の正面図である。また、図3は、同マスキング装置を図2のA-A矢視から見た平面図である。また、図4は、微小開口形状として四角形を採用した場合の入射光強度分布を、図2のB-B断面で見た場合の図である。また、図5は、同入射光強度分布を図2のC-C断面で見た場合の図である。

【0022】

図1に示すように、本実施形態の共焦点顕微鏡は、レーザ光L1を標本H（観察対象）に対して照射するレーザ光照射装置10と、このレーザ光射出装置10からのレーザ光L1を受けた標本Hより発せられる蛍光L2（光束）を、各波長のスペクトル光S1～S3に分解するとともに、これらスペクトル光S1～S3の中から任意の波長を有するスペクトル光S2を選択する分光器20と、この分光器20によって選ばれた波長のスペクトル光S2を受光する光検出器30とを備えて概略構成されている。

【0023】

レーザ光照射装置10は、レーザ光源11と、ビームエクスパンダ12と、ダイクロイックミラー13と、X-Y走査光学系（スキャナー）14と、瞳投影レンズ15と、顕微鏡16とを備えて構成されている。そして、このレーザ光射出装置10では、レーザ光源11より射出された単一波長のレーザ光L1が、まずビームエクスパンダ12をってからダイクロイックミラー13で反射され、X-Y走査光学系14に射出される。さらにこのレーザ光L1は、瞳投影レンズ15、顕微鏡16をってから、標本Hに向けて照射される。このようにしてレーザ光Lの照射を受けた標本Hは、顕微鏡16に向かって蛍光L2を発する。この蛍光L2は、顕微鏡16、瞳投影レンズ15、X-Y走査光学系14を経て、ダイクロイックミラー13に照射される。ダイクロイックミラー13は、この蛍光L2のみが前記分光器20に向かうように通過させる。

【0024】

分光器20は、共焦点光学系21と、平面グレーティング22と、レンズ（系

) 23 と、マスキング装置 24 とを備えて構成されている。そして、この分光器 20 では、まず、前記ダイクロイックミラー 13 を通過した蛍光 L2 を共焦点光学系 21 に導入する。共焦点光学系 21 では、取り込まれた蛍光 L2 が、共焦点開口 21a に形成された微小開口 21a1 において焦点を結んだ後、単レンズ 21b によって平行光となる。なお、微小開口 21a1 は、例えば菱形などの四角形をなしている。平行光となった蛍光 L2 は、そのまま平面グレーティング 22 に照射され、各波長毎の平行光として複数のスペクトル光 S1～S3 に分光される(図 1 では、説明を容易とするために、スペクトル光の本数を 3 本としている。)。そして、レンズ(系) 23 に向かうこれらスペクトル光 S1～S3 は、互いに所定間隔を置いた状態で、同一の仮想平面上に焦点 F1～F3 を結ぶ。

【0025】

そして、マスキング装置 24 は、光の通過可能領域の位置並びに幅寸法を調整することで、所望の波長帯域及び波長幅のスペクトル光 S2 を取り出し、前記光検出器 30 に受光させることが可能となっている。以下、このマスキング装置 24 の詳細について説明する。なお、この説明においては、各スペクトル光 S1～S3 を対向視した場合に、これらスペクトル光 S1～S3 の並び方向を「スペクトル方向」、このスペクトル方向に垂直な方向を「垂直方向」として説明を行うものとする。

【0026】

図 2 及び図 3 に示すように、マスキング装置 24 は、各スペクトル光 S1～S3 の光路をスペクトル方向において制限する一対の可変マスク 24a, 24b (マスク) と、垂直方向で制限する一対の複合マスク 24c, 24d (マスク) と、これら可変マスク 24a, 24b 及び複合マスク 24c, 24d の位置を独立駆動することで、可変マスク 24a, 24b 及び複合マスク 24c, 24d と、これらに向かう各スペクトル光 S1～S3 との相対位置を調整する駆動機構(調整手段。図示略。)とを備えて構成されている。

【0027】

可変マスク 24a, 24b は、それぞれが独立してスペクトル方向(紙面左右方向)に移動できるようになっている。したがって、これら可変マスク 24a,

24bの絶対位置をスペクトル方向に移動させることで、光検出器30に受光させる蛍光の波長帯を調整し、また、これら可変マスク24a, 24b間の間隔w1を制御することで、光検出器30に受光させる蛍光の波長幅を調整することが可能となっている。

【0028】

複合マスク24c, 24dは、それぞれが独立して垂直方向（図2の紙面上下方向）に移動できるようになっている（これら複合マスク24c, 24d間の開口部分の間隔を一定幅に保ったまま、共に垂直方向に移動させることも可能である。）。したがって、これら可変マスク24c, 24dの絶対位置を垂直方向に移動させることで、垂直方向における蛍光の透過位置を調整し、また、これら可変マスク24c, 24d間の間隔w2を制御することで、垂直方向において蛍光が透過できる高さ寸法を調整することが可能となっている。

【0029】

したがって、これら可変マスク24a, 24b及び複合マスク24c, 24dを前記駆動機構で制御することにより、四角形状の開口部の位置並びにその大きさ（幅寸法及び高さ寸法の両方）を自在に調節することができ、所望の波長帯及び波長幅の蛍光を選んで光検出器30に受光させ、その他の蛍光を確実に遮断することが可能となっている。

【0030】

この遮光機能の効果と、前記微小開口21a1の形状との関係について以下に説明する。前述したように、微小開口21a1は、例えば菱形などの四角形をなしている。そして、図2下図に示すように、この四角形が有する対角線のうちの1本（対角線a1）の方向と、スペクトル方向とが互いに平行をなし、かつ、他の対角線（対角線a2）の方向と、垂直方向とが互いに平行をなすようになっている。

【0031】

まず、微小開口21a1の形状として四角形を採用することにより、分光後の各スペクトル光S1～S3に生じるサイドローブのパターンを、図2上図に示すように、X状に点在させることができる。言い換えると、スペクトル光S1～S

3に垂直をなす断面で見た場合に、スペクトル方向に対して傾斜するとともに互いに交差する2本の直線方向に点在するように分布させることができるものとなっている。これにより、各焦点F1～F3の並び方向であるスペクトル方向にサイドローブが点在するのを避けることが可能となっている。これにより、各スペクトル光S1～S3のメインスポット（各焦点F1～F3位置に形成される最も光強度の高い部分）に、隣接する他のスペクトル光のサイドローブが入り込むのをより確実に低減できるものとなっている。

【0032】

さらに、スペクトル方向に対する微小開口21a1の四角形の向きを上述のようにすることで、各スペクトル光S1～S3のメインスポット（各焦点F1～F3位置に形成される最も光強度の高い部分）の並び方向と、複合マスク24c、24d間に形成されるスリット方向とを一致させることができるものとなっている。これにより、可変マスク24a、24b間に形成されるスリットを通過しようとするサイドローブを、同じく垂直方向に位置調整可能な複合マスク24c、24dによって遮断することが可能となっている。

【0033】

以上説明のように、本実施形態の分光器20は、マスキング装置24を備えたことにより、各スペクトル光S1～S3のうち、測定対象外のスペクトル光S1、S3のメインスポットとそのサイドローブの双方、さらには散乱成分を、スペクトル方向においては可変マスク24a、24bで遮ることができる。これについてさらに詳しく説明すると、スペクトル方向における各スペクトル光S1～S3の光強度分布は図4に示すようになり、この方向におけるサイドローブは極めて小さいとして無視することができる。さらに、可変マスク24a、24bの絶対位置及び相対位置を調整することにより、測定対象であるスペクトル光S2のみを透過させてスペクトル光S1、S3を遮断することが可能となる。

【0034】

さらに、この可変マスク24a、24b間の隙間を通過しようとする、垂直方向のサイドローブや散乱成分に対しても、複合マスク24c、24dで遮ることができる。これについてさらに詳しく説明すると、垂直方向における各スペクトル

ル光 S 1 ～ S 3 の光強度分布は図 5 に示すようになる。この方向においては、スペクトル光 S 1, S 3 のサイドローブが存在しているが、複合マスク 24 a, 24 b の絶対位置及び相対位置を調整することにより、測定対象であるスペクトル光 S 2 のみを透過させてスペクトル光 S 1, S 3 のサイドローブを遮断することが可能となる。

【0035】

以上説明のように、本実施形態の分光器 20 を備えた共焦点顕微鏡によれば、スペクトル方向及び垂直方向の双方向より、光が通過できる領域を小さく絞ることができるので、サイドローブや散乱成分が測定対象の波長を有するスペクトル光に混ざり込むのを抑えることが可能となっている。これにより、スペクトル方向及び垂直方向の双方において、サイドローブや散乱成分の入り込みを低減させることができるため、従来に比較して更なる高 S/N 比の達成が可能となる。

【0036】

さらに、本実施形態では、微小開口 21 a 1 の形状を四角形とした上に、その向きを上述のようにしたことで、サイドローブの分布を 2 本の直線方向に制限するとともにその延在方向の本数を最も少なくすることができ、さらには、このサイドローブの分布パターンを知った上で、可変マスク 24 a, 24 b 及び複合マスク 24 c, 24 d により遮光することができる。したがって、サイドローブの入り込みをより確実に低減させることができるため、さらなる高 S/N 比の達成が可能となる。

【0037】

また、本実施形態では、可変マスク 24 a, 24 b 及び複合マスク 24 c, 24 d それぞれの絶対位置を調整できる前記駆動機構を備えるものであるため、分光器 20 内の光学系交換などの何らかの理由により、可変マスク 24 a, 24 b 及び複合マスク 24 c, 24 d と、取り出したい波長のスペクトル光 S 2 との間に相対的な位置ずれが生じたとしても、前記駆動機構を用いて可変マスク 24 a, 24 b 及び複合マスク 24 c, 24 d の絶対位置を動かすことで、所望の波長を有するスペクトル光 S 2 以外を適切に遮断するように、これらの間の相対位置を容易に補正することも可能となっている。なお、相対位置を合わせることが重

要であるので、可変マスク 24 a, 24 b 及び複合マスク 24 c, 24 d 側の位置のみを動かすことに限らず、各スペクトル光 S 1 ~ S 3 の照射位置の方を動かして合わせたり、または、両方を調整して位置合わせを行っても良い。

【0038】

続いて、本発明の分光器を備えた共焦点顕微鏡の第 2 実施形態を、図 6 ~ 図 8 を参照しながら以下に説明する。なお、図 6 は、微小開口形状として円形を採用した場合の入射光強度分布を示す図であって、光路に沿ってマスキング装置を対向視した場合の分布パターンを示す図である。また、図 7 は、同分光器の同分布パターンを示す図であって、図 6 の D-D 断面で見た場合の図である。また、図 8 は、同分光器の同分布パターンを示す図であって、図 6 の E-E 断面で見た場合の図である。

【0039】

本実施形態は、上記第 1 実施形態に比較して、前記微小開口 21 a 1 の形状として四角形の代わりに円形を用いた点が特に異なったものとなっている。したがって、以下の説明においては、上記第 1 実施形態との相違点を中心に説明し、その他については上記第 1 実施形態と同様であるとして説明を省略する。

【0040】

図 6 に示すように、前記微小開口 21 a 1 の形状を円形にした場合には、前記マスキング装置 24 に入射する各スペクトル光 S 1 ~ S 3 のサイドローブのパターンが、それぞれの焦点位置 F 1 ~ F 3 (メインスポット位置) を中心とする同心円状をなす。そして、これらスペクトル光 S 1 ~ S 3 の入射強度分布は、それぞれの焦点位置 F 1 ~ F 3 で最も高い光強度をなし、なおかつ、外周に向かうにしたがって急激に光強度の低下するサイドローブが同心円状に存在するようになっている。

【0041】

そして、本実施形態の場合においても、マスキング装置 24 を備えたことにより、各スペクトル光 S 1 ~ S 3 のうち、測定対象外のスペクトル光 S 1, S 3 のメインスポットとそのサイドローブの双方、さらには散乱成分を、スペクトル方向においては可変マスク 24 a, 24 b で遮って減らすことができるようになって

ている。これについてさらに詳しく説明すると、スペクトル方向における各スペクトル光 S1～S3 の光強度分布は、図 7 に示すようになり、測定対象であるスペクトル光 S2 に隣接して、スペクトル光 S1, S3 のメインスポット及びサイドローブが並んでいる。そこで、可変マスク 24a, 24b の絶対位置及び相対位置を調整することにより、測定対象であるスペクトル光 S2 のみを透過させてスペクトル光 S1, S3 を大幅に遮断することが可能となる。

【0042】

従来では、可変マスク 24a, 24b 間の隙間を通過しようとする垂直方向のサイドローブや散乱成分を遮光することができなかった。これに対し、本実施形態では、複合マスク 24c, 24d で遮ることができるため、従来に比較して高い S/N 比を得ることが可能となっている。

これについてさらに詳しく説明すると、垂直方向における各スペクトル光 S1～S3 の光強度分布は図 8 に示すようになる。この方向においても、スペクトル光 S1, S3 のサイドローブが存在しているが、複合マスク 24a, 24b の絶対位置及び相対位置を調整することにより、測定対象であるスペクトル光 S2 のみを透過させてスペクトル光 S1, S3 の大部分を遮光することが可能となる。従来は、この複合マスク 24c, 24d による遮光を行っていなかったため、可変マスク 24a, 24b 間の隙間を通り抜ける光が S/N 比を下げていた。

【0043】

本実施形態でも、実際には、図 7 及び図 8 に示すように、スペクトル光 S1, S3 のサイドローブがわずかながらもスペクトル光 S2 のメインスポットに混在する。このサイドローブは、上述のように、そのメインスポットの位置から径方向に離れるにしたがって急激に光強度が低くなるので、S/N 比を著しく悪化させるものではない。しかしながら、さらなる高 S/N 比を求める場合には、やはり上記第 1 実施形態のように、微小開口 21a1 の形状を四角形にするのがより好ましいと言える。

【0044】

続いて、本発明の分光器を備えた共焦点顕微鏡の第 3 実施形態を、図 9 を参照しながら以下に説明する。なお、図 9 は、光路に沿った機器配置の要部を示す説

明図であり、図 1 の、共焦点光学系 21 以降の光路を示している。

本実施形態は、上記第 1 実施形態に比較して、共焦点光学系 21 の下流側における光束を、ダイクロイックミラー 42 を用いて複数の波長域の光束に分岐（図では光束を 2 本に分ける場合を例示しているが、勿論、3 本以上に分岐させるものとしても良い。）し、これらを複数台の光検出器 43, 44 で受光するように構成した点が特に異なったものとなっている。

【0045】

すなわち、共焦点光学系 21 を経た光束（蛍光）は、まずダイクロイックミラー 42 に入射し、所定波長よりも短い波長の光が反射されて平面グレーティング 45 に照射される。また、所定波長よりも長い波長の光は、ダイクロイックミラー 42 を通過してミラー 46 に向かい、さらに反射されて平面グレーティング 47 に照射される。そして、平面グレーティング 45 で分光されたスペクトル光は、前記レンズ（系）23 を通ってから前記マスキング装置 24 で所望のスペクトル光のみが透過され、光検出器 43 で受光される。同様に、平面グレーティング 47 で分光されたスペクトル光は、他のレンズ（系）23 を通ってから他のマスキング装置 24 で所望のスペクトル光のみが透過され、さらには光検出器 44 で受光される。

【0046】

本実施形態においても、マスキング装置 24 をそれぞれの光検出器 43, 44 の前に備えたことにより、スペクトル方向及び垂直方向の双方において、サイドローブや散乱成分の入り込みを低減させることができるため、従来に比較して更なる高 S/N 比を達成可能としている。

また、このマスキング装置 24 が、前記駆動機構を備えるものであるため、例えばダイクロイックミラー 42 の交換などにより、各スペクトル光の焦点位置に狂いが生じたとしても、容易に補正することが可能となっている。

【0047】

なお、上記第 1 実施形態～第 3 実施形態の分光器 20 は、マスキング装置 24 で遮光された光が反射して散乱成分となるのを防ぐための対策として、可変マスク 24a, 24b 及び複合マスク 24c, 24d の双方の、各スペクトル光 S1

～S3が当たる遮光面に、遮光布（反射防止手段）が貼り付けられている。この遮光布により、前記遮光面からレンズ（系）23に向かって反射する光を抑えることができるため、このレンズ（系）23に当たって戻ってくる散乱成分を効果的に防ぐことが可能となっている。なお、この遮光布の代わりに、前記遮光面を艶消し黒の塗装を施すようにしても良い。

【0048】

また、上記第1実施形態～第3実施形態の分光器20では、可変マスク24a、24b及び複合マスク24c、24dに隣接するレンズ（系）23の最終面（前記遮光面に対向する面）の形状を、これら可変マスク24a、24b及び複合マスク24c、24dに向かって凸となる凸面を採用している点からも、散乱成分の入り込みによるS/N比の低下を抑制可能としている。

これについて、図10を用いて説明すると、マスキング装置24によって遮られた光がレンズ（系）23の前記最終面に向かって反射したとしても、この最終面が凸面をなしているので、マスキング装置24に戻るのを避けるように反射させることができる。これにより、レンズ（系）23で反射された光（他の波長のスペクトル光、サイドローブ、散乱成分）が、測定対象のスペクトル光のメインスポットに入り込むのを防ぐことが可能となっている。

【0049】

さらに確実に、散乱成分の入り込みによるS/N比低下を防止する手段としては、例えば図11に示す手段も採用することができる。すなわち、同図の場合では、マスキング装置24の遮光面（可変マスク24a、24b及び複合マスク24c、24dの、各スペクトル光が当たる遮光面）を、該遮光面に隣接する光学機器であるレンズ（系）23に対向するのを避けるように傾斜させている。この構成によれば、傾斜した遮光面に当たった光は、この遮光面に隣接するレンズ（系）23を避けた方向に向けて反射される。この構成によれば、遮光面で遮られた光（他の波長のスペクトル光、サイドローブ、散乱成分）が、各スペクトル光の射出側に向かって反射し、さらに反射して戻り、測定対象のスペクトル光のメインスポットに入り込むのを防ぐことが可能となる。

【0050】

なお、上記第1実施形態～第3実施形態では、本発明の分光器を共焦点顕微鏡に適用した場合を例に説明したが、これに限らず、その他の分光用途に本発明の分光器を適用しても良いことは勿論である。

【0051】

【発明の効果】

本発明の請求項1に記載の分光器は、各スペクトル光の光路を、スペクトル方向で制限するマスクと、垂直方向で制限するマスクとを備える構成を採用した。この構成によれば、スペクトル方向及び垂直方向の双方において、サイドローブや散乱成分の入り込みを低減させることができるため、従来に比較して更なる高S/N比の達成が可能となる。

【0052】

また、請求項2に記載の分光器は、光束の焦点を結ぶ微小開口が四角形をなし、その1本の対角線方向とスペクトル方向とが、互いに平行である構成を採用した。この構成によれば、サイドローブの分布を複数の直線方向に制限するとともにその延在方向の本数を最も少なくすることができ、さらには、このサイドローブの分布パターンを知った上で、各マスクにより遮光することができる。したがって、サイドローブの入り込みをより効果的に低減させることができるため、さらなる高S/N比の達成が可能となる。

【0053】

また、請求項3に記載の分光器は、各マスクと、各スペクトル光との相対位置を調整する調整手段を備える構成を採用した。この構成によれば、各マスクと、取り出したい波長のスペクトル光との間に相対的な位置ずれが生じたとしても、調整手段により、その位置ずれを容易に補正することが可能となる。

【0054】

また、請求項4に記載の分光器は、各マスクの何れか一方もしくは両方の遮光面に、反射防止手段を設ける構成を採用した。この構成によれば、遮光面で遮られた光（他の波長のスペクトル光、サイドローブ、散乱成分）が、各スペクトル光の射出側に向かって反射し、さらに反射して戻り、測定対象のスペクトル光のメインスポットに入り込むのを防ぐことが可能となる。

【0055】

また、請求項5に記載の分光器は、各マスクの何れか一方もしくは両方の遮光面が、これに隣接する光学機器に対向するのを避けるように傾斜している構成を採用した。この構成によれば、遮光面で遮られた光（他の波長のスペクトル光、サイドローブ、散乱成分）が、各スペクトル光の射出側に向かって反射し、さらに反射して戻り、測定対象のスペクトル光のメインスポットに入り込むのを防ぐことが可能となる。

【0056】

また、請求項6に記載の分光器は、各マスクに隣接してレンズが対向配置され、その各マスクに対向する面が凸面をなす構成を採用した。この構成によれば、各マスクによって遮られて反射した光がレンズに向かったとしても、レンズの最終面（各マスクに対向する面）が凸面であるため、各マスクに戻るよう反射するのを避けることができる。これにより、レンズで反射された光（他の波長のスペクトル光、サイドローブ、散乱成分）が、測定対象のスペクトル光のメインスポットに入り込むのを防ぐことが可能となる。

【0057】

また、請求項7に記載の共焦点顕微鏡は、観察対象から受光器に向かう光路の間に、請求項1から請求項6の何れか1項に記載の分光器を備える構成を採用した。この構成によれば、用いる分光器が従来に比較して高S/N比を得られるものであるため、高い測定精度を達成することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の分光器を備えた共焦点顕微鏡の第1実施形態を示す図であって、光路に沿った機器配置を示す説明図である。

【図2】 同分光器のマスキング装置を示す図であって、光路に沿って対向視した場合の正面図である。

【図3】 同分光器の同マスキング装置を示す図であって、図2のA-A矢視から見た平面図である。

【図4】 同分光器において、微小開口形状として四角形を採用した場合の入射光強度分布を、図2のB-B断面で見た場合の図である。

【図 5】 同入射光強度分布を図 2 の C - C 断面で見た場合の図である。

【図 6】 本発明の分光器を備えた共焦点顕微鏡の第 2 実施形態を示す図であって、微小開口形状として円形を採用した場合の入射光強度分布を示す図であって、光路に沿ってマスキング装置を対向視した場合の分布パターンを示す図である。

【図 7】 同分光器の同分布パターンを示す図であって、図 6 の D - D 断面で見た場合の図である。

【図 8】 同分光器の同分布パターンを示す図であって、図 6 の E - E 断面で見た場合の図である。

【図 9】 本発明の分光器を備えた共焦点顕微鏡の第 3 実施形態を示す図であって、光路に沿った機器配置の要部を示す説明図である。

【図 1 0】 本発明の分光器を備えた共焦点顕微鏡の第 1 実施形態から第 3 実施形態に用いて好適な反射防止手段を説明する図であって、スペクトル方向に平行な断面で見た場合の説明図である。

【図 1 1】 本発明の分光器を備えた共焦点顕微鏡の第 1 実施形態から第 3 実施形態に用いて好適な他の反射防止手段を説明する図であって、スペクトル方向に平行な断面で見た場合の説明図である。

【図 1 2】 従来の分光器を説明する斜視図である。

【符号の説明】

2 0 ……分光器

2 1 a 1 ……微小開口

2 3 ……レンズ（系）

2 4 a , 2 4 b ……可変マスク（スペクトル方向で制限するマスク）

2 4 c , 2 4 d ……複合マスク（スペクトル方向に垂直方向で制限するマスク）

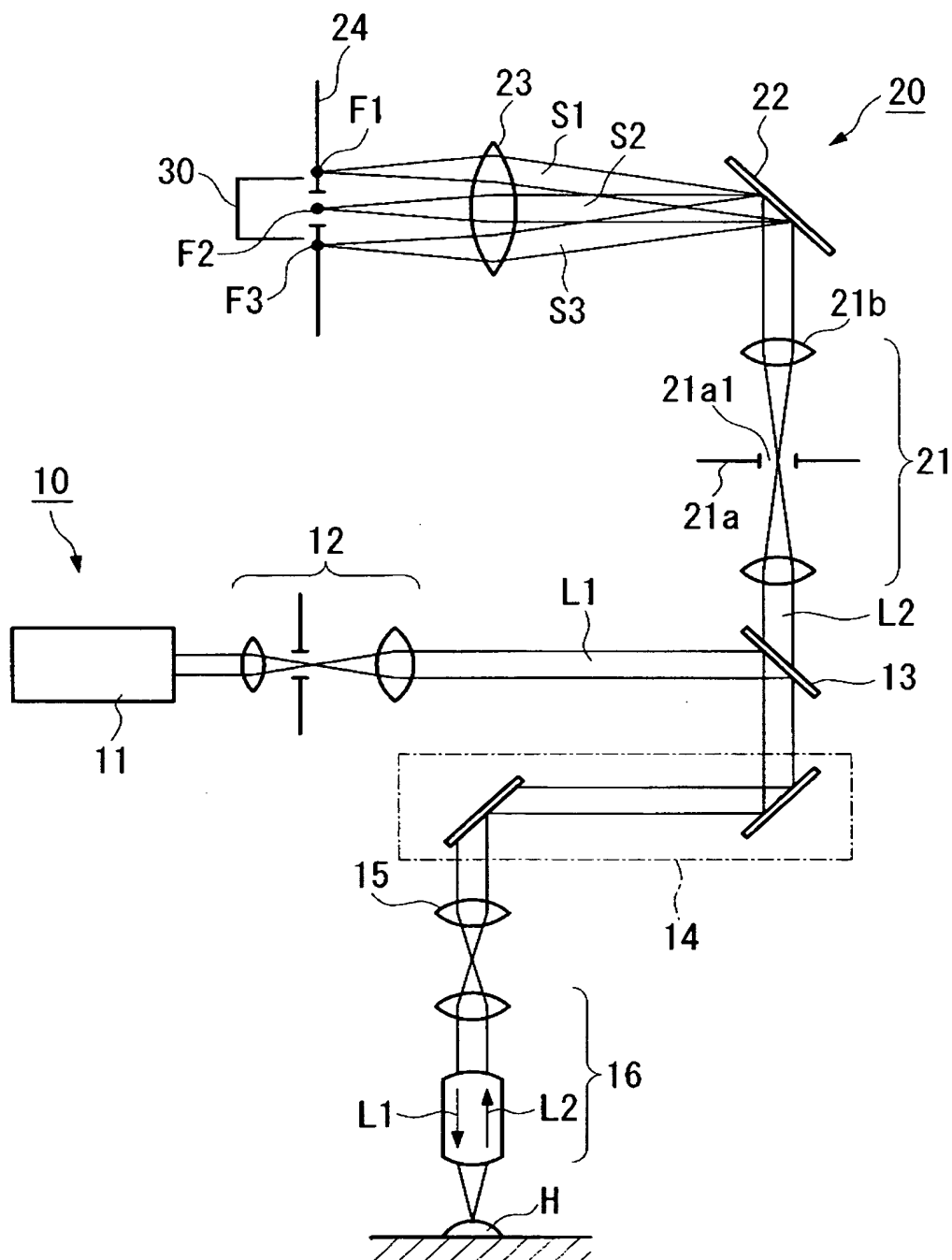
a 1 ……対角線

L 2 ……蛍光（光束）

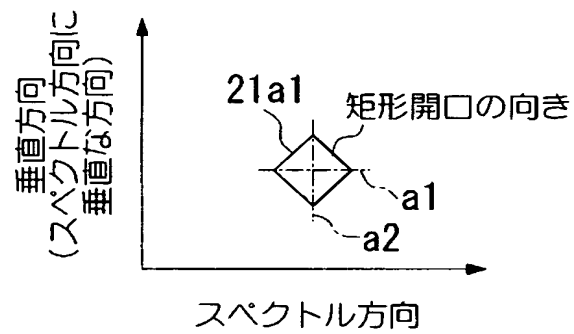
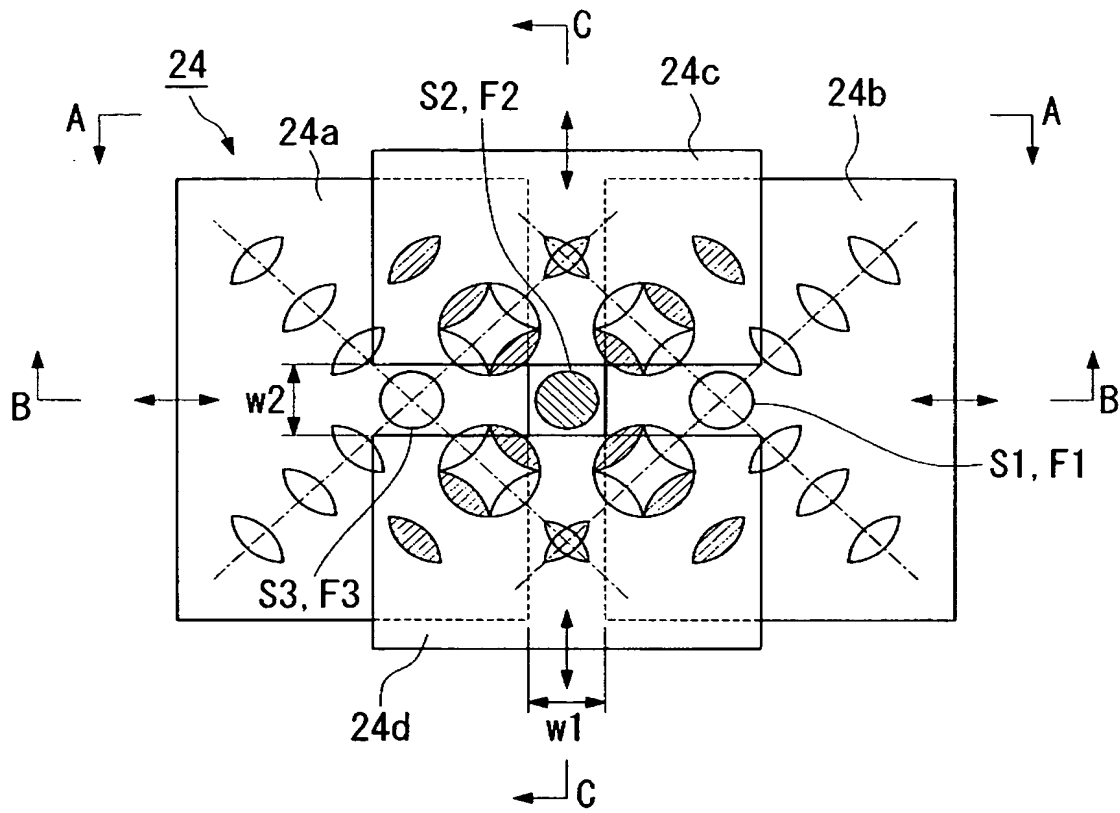
S 1 ~ S 3 ……スペクトル光

【書類名】 図面

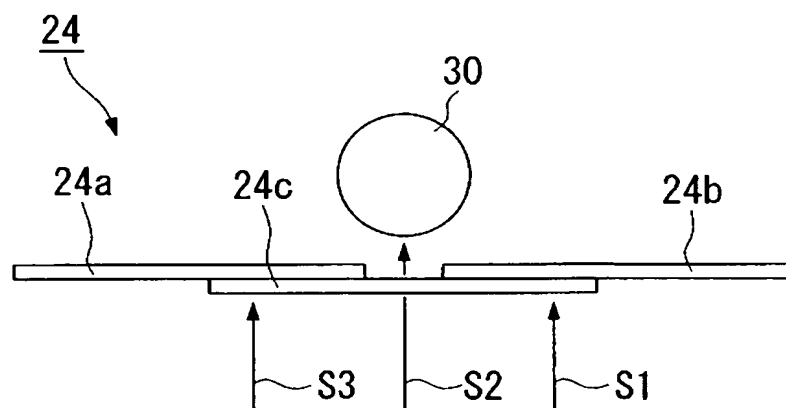
【図 1】



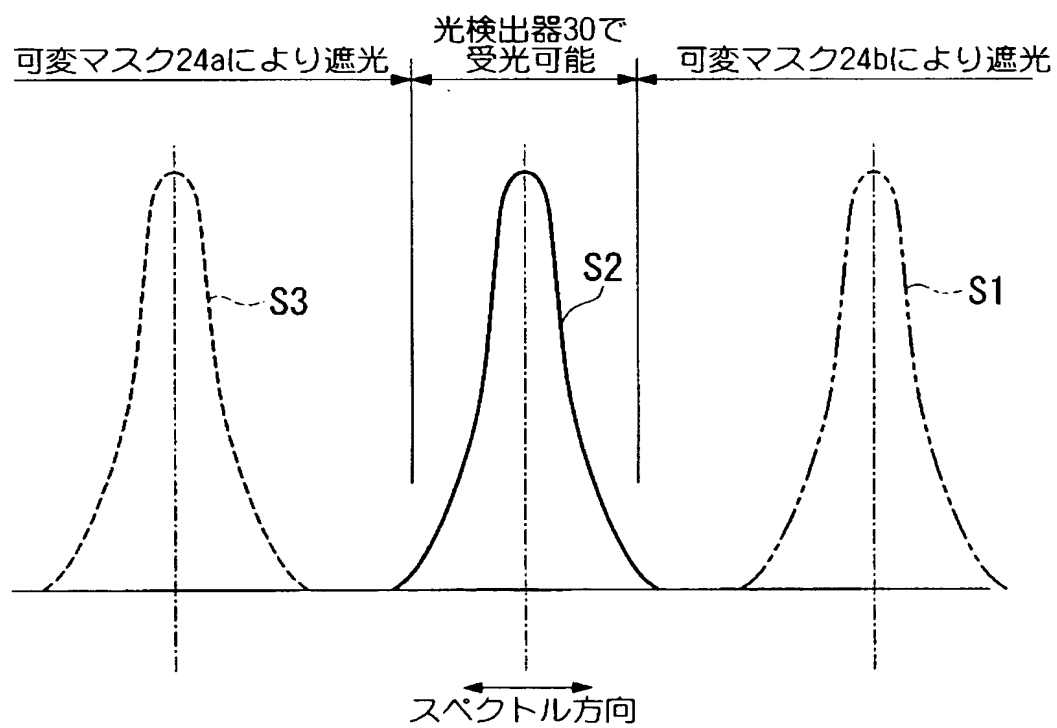
【図 2】



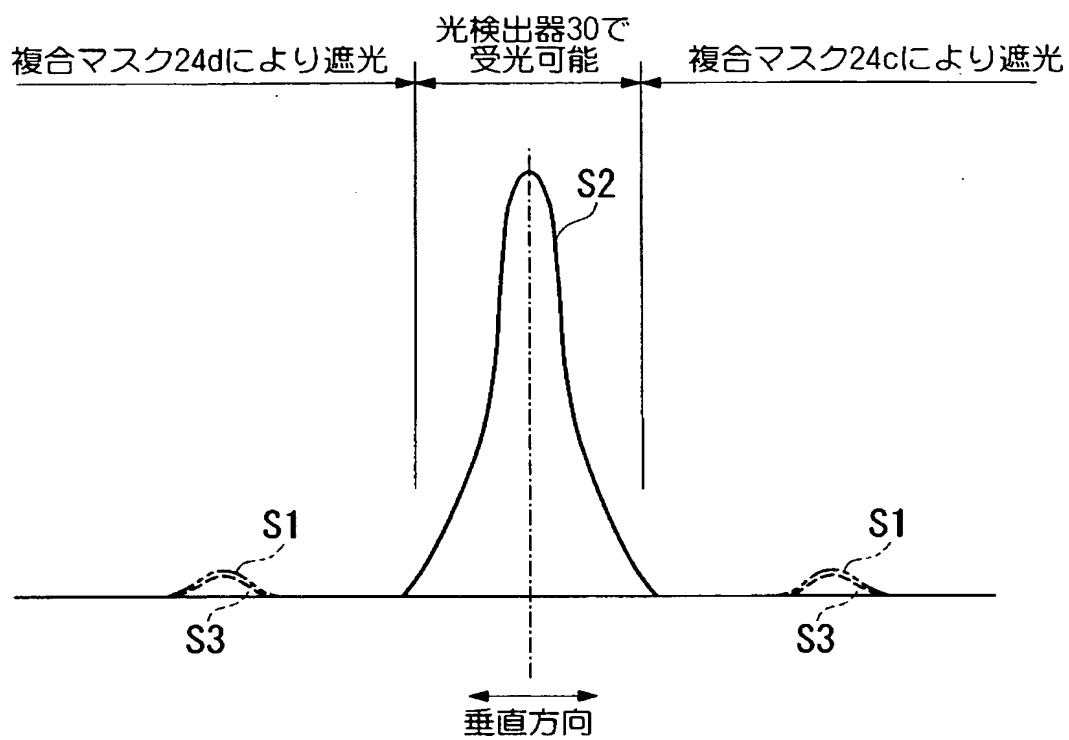
【図 3】



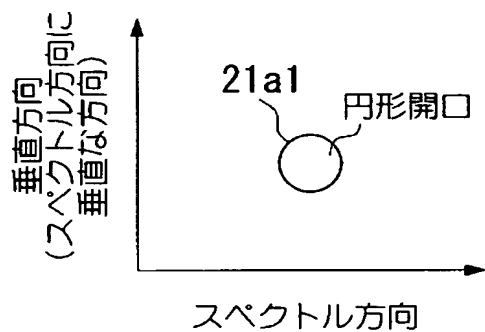
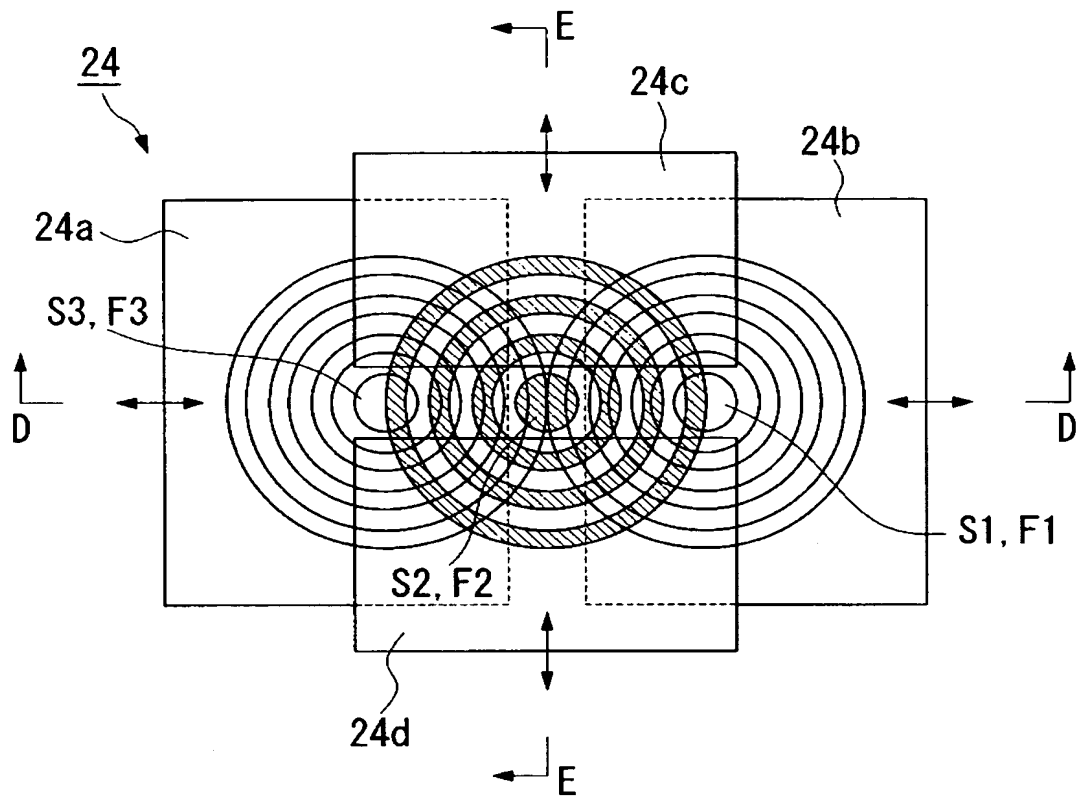
【図 4】



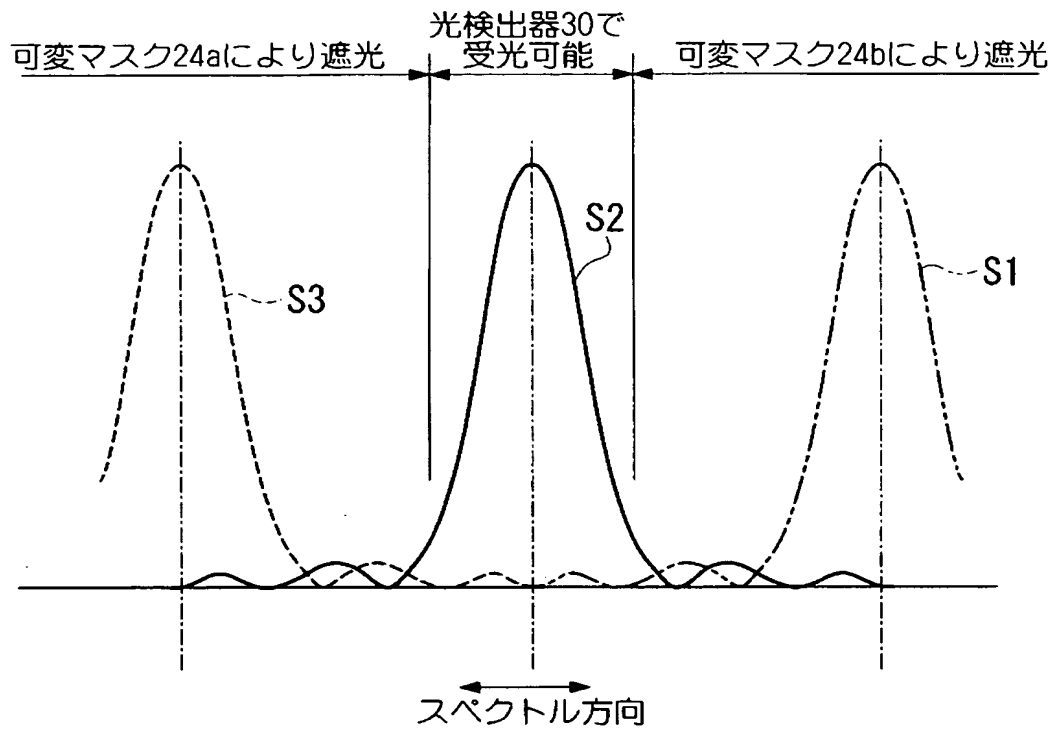
【図 5】



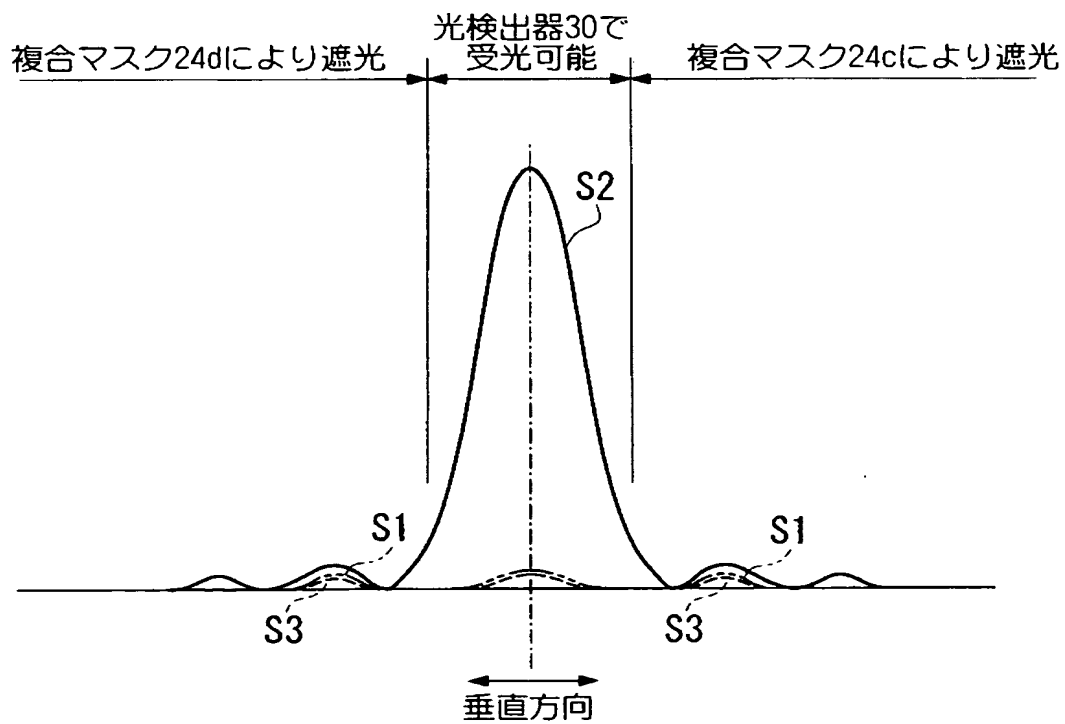
【図 6】



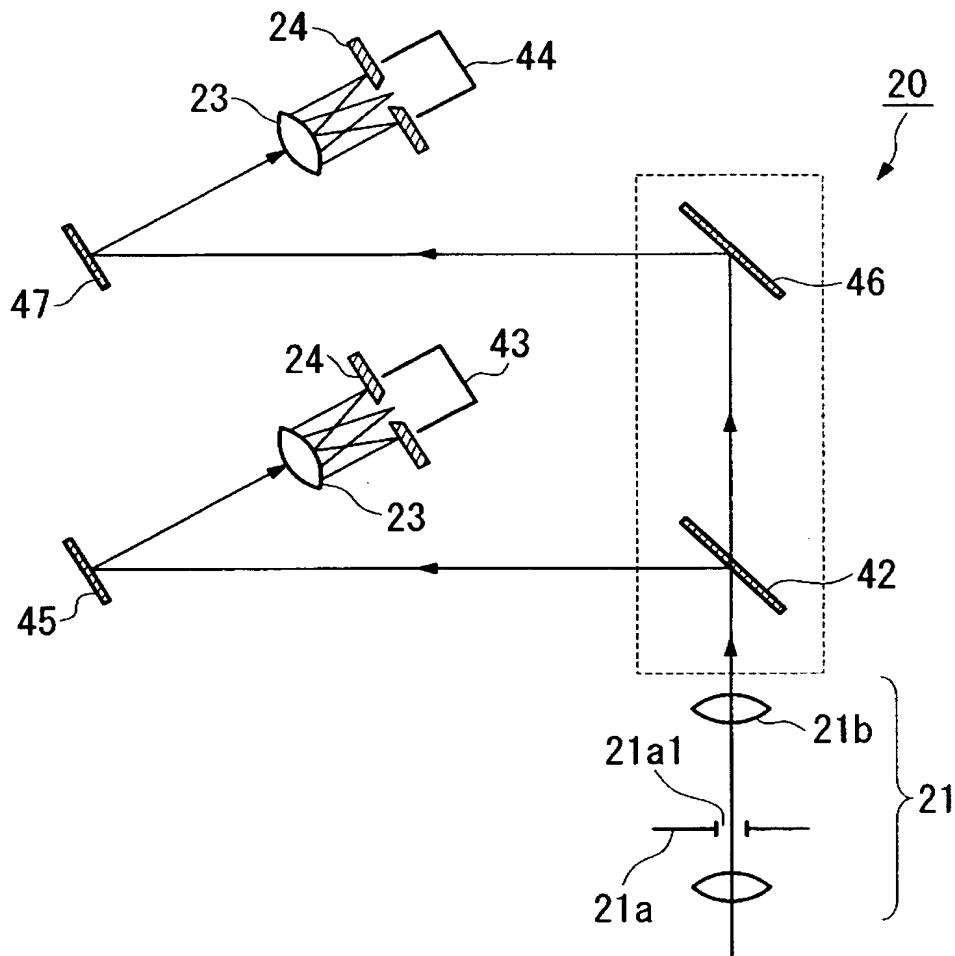
【図 7】



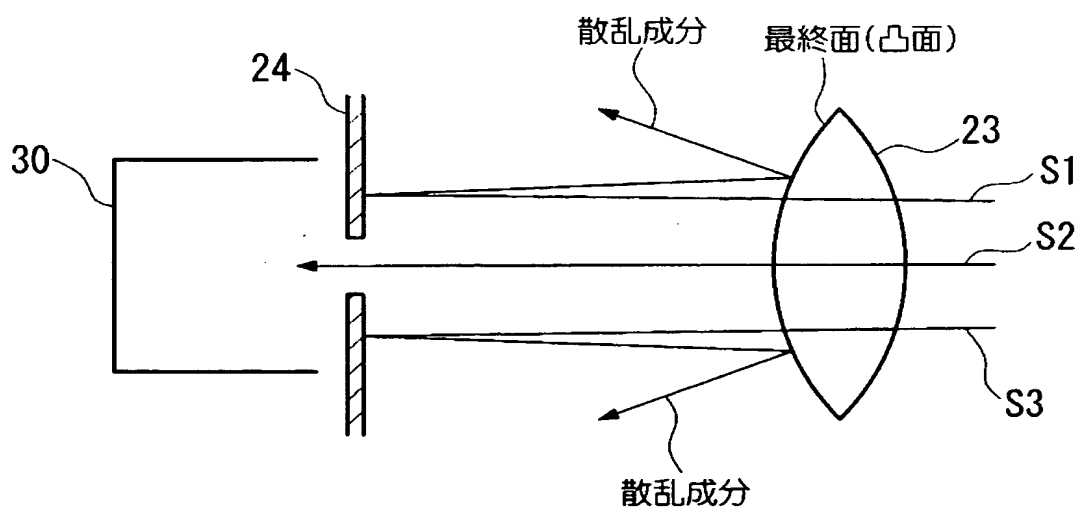
【図 8】



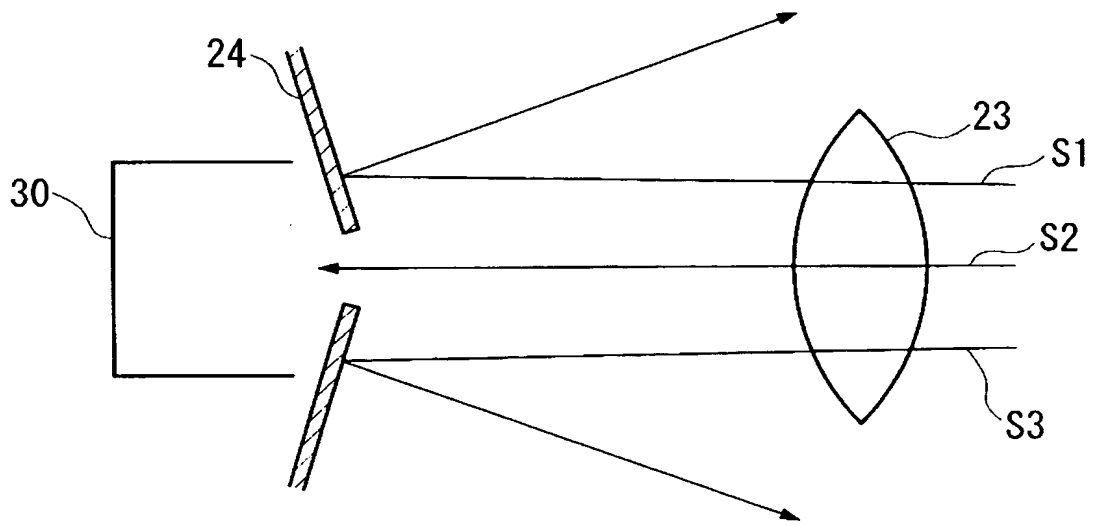
【図 9】



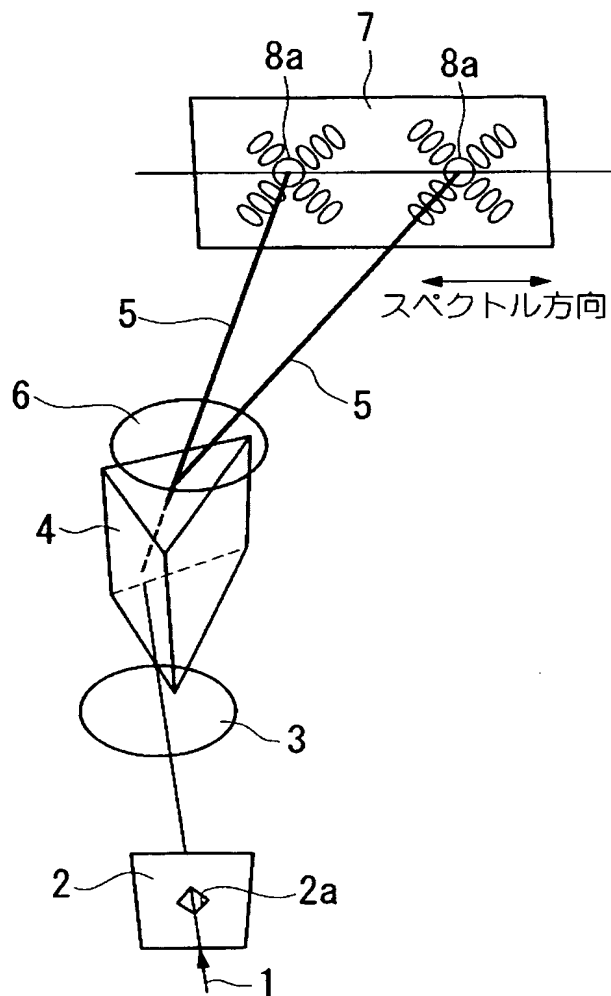
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 サイドローブや散乱成分の入り込みを避けることによって更なる高 S / N 比を達成できる分光器の提供と、この分光器を備えた共焦点顕微鏡の提供とを課題とする。

【解決手段】 各スペクトル光の光路を、スペクトル方向で制限する可変マスク 2 4 a, 2 4 b と、垂直方向で制限する複合マスク 2 4 c, 2 4 d とを備える分光器を採用した。また、この分光器をそなえた共焦点顕微鏡を採用した。

【選択図】 図 2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 2 6 0 4 3
受付番号	5 0 3 0 0 1 6 8 2 2 8
書類名	特許願
担当官	北原 良子 2 4 1 3
作成日	平成 1 5 年 2 月 2 4 日

< 認定情報・付加情報 >

【特許出願人】

【識別番号】	000000376
【住所又は居所】	東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号
【氏名又は名称】	オリンパス光学工業株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】	100106909
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 - 2 3 - 3 O R ビル
【氏名又は名称】	棚井 澄雄

【代理人】

【識別番号】	100064908
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 O R ビル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	志賀 正武

【選任した代理人】

【識別番号】	100101465
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 O R ビル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	青山 正和

【選任した代理人】

【識別番号】	100094400
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 O R ビル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	鈴木 三義

【選任した代理人】

【識別番号】	100086379
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 O R ビル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	高柴 忠夫

次頁有

認定・付加情報（続き）

【選任した代理人】

【識別番号】 100118913

【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 O R ビ
ル志賀国際特許事務所

【氏名又は名称】 上田 邦生

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 2 6 0 4 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 0 3 7 6]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 0 日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号
氏 名 オリパス光学工業株式会社
2. 変更年月日 2 0 0 3 年 1 0 月 1 日
[変更理由] 名称変更
住 所 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号
氏 名 オリパス株式会社